

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

This Page Blank (uspto)

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2001 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

004616949

WPI Acc No: 1986-120293/ 198619

XRAM Acc No: C86-051179

XRPX Acc No: N86-088794

Uranium isotope sepn. by selective laser beam excitation - of uranium hexafluoride and pptn. on honeycomb grating of electrode cells

Patent Assignee: KRAFTWERK UNION AG (KRUN); SIEMENS AG (SIEI)

Inventor: GREGORGIUS K; LANDGRAF N; SCHORNER H; VOLLMAR H E

Number of Countries: 005 Number of Patents: 003

Patent Family:

| Patent No | Kind | Date | Applicat No | Kind | Date | Week |
|------------|------|----------|-------------|------|----------|----------|
| EP 180094 | A | 19860507 | EP 85113146 | A | 19851016 | 198619 B |
| EP 180094 | B | 19890208 | | | | 198906 |
| DE 3568140 | G | 19890316 | | | | 198912 |

Priority Applications (No Type Date): DE 3439650 A 19841030

Cited Patents: DE 2653795; DE 811950; GB 2002568; GB 2048725; US 2422564

Patent Details:

| Patent No | Kind | Lan Pg | Main IPC | Filing Notes |
|-----------|------|--------|----------|--------------|
| EP 180094 | A | G 18 | | |

Designated States (Regional): CH DE FR GB LI

| | | |
|-----------|---|---|
| EP 180094 | B | G |
|-----------|---|---|

Designated States (Regional): CH DE FR GB LI

Abstract (Basic): EP 180094 B

Sepn. of a gas mixt. consisting of isotope cpds., esp. 235 UF6 and 238 UF6, operates by selective laser beam excitation to produce a chemical reaction in the one isotope cpd. and subsequent adiabatic expansion of the gas mixt. via a nozzle in an evacuated irradiation zone, where it cools to below 100 K and the mol. cpds. comprising the desired isotope ppte. as solid particles on the surfaces downstream of the irradiation zone (4). The pptn. surfaces are formed as follows.

The prod. stream flows through a grating pattern or honeycomb field (ER) of electrostatic electrodes, with a peak electrode (6.1) at the centre of each surrounding annular electrode (5.1); this generates an inhomogeneous electrical partial field (er) having its field gradient transverse to the gas flow direction.

This induces formation of molecule dipoles in the gas stream, which are then accelerated along the field gradient and ppte. in solid form (8) on the peak electrodes (6.1).

USE/ADVANTAGE - For isotope sepn. to produce enriched uranium via the uranium hexafluoride route. Isonisation of the prod. stream is no longer necessary, therefore high laser energies are not required. It is only necessary to bring the prod. stream into a fine particulate form contg. aerosols and solid particles of the isotope to be sepd. Highly effective sepn. is achieved. Even if the polarity is reversed, the particles still ppte. on the peak electrode, not the ring electrode. (18pp Dwg.No.1/4)

Title Terms: URANIUM; ISOTOPE; SEPARATE; SELECT; LASER; BEAM; EXCITATION; URANIUM; HEXA; FLUORIDE; PRECIPITATION; HONEYCOMB; GRATING; ELECTRODE; CELL

Derwent Class: J01; K08; X14

International Patent Class (Additional): B01D-059/50

File Segment: CPI; EPI

This Page Blank (uspto)

19



Europäisches Patentamt
Europäisches Patentamt
Office européen des brevets

11 Veröffentlichungsnummer:

0 180 094
A1

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 85113146.6

51 Int. Cl. 4: B 01 D 59/50

22 Anmeldetag: 16.10.85

30 Priorität: 30.10.84 DE 3439650

71 Anmelder: KRAFTWERK UNION
AKTIENGESELLSCHAFT, Wiesenstrasse 35,
D-4330 Mülheim (Ruhr) (DE)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: 07.05.88
Patentblatt 86/19

72 Erfinder: Gregorius, Klaus, Dipl.-Phys., Dr.
Alex-Röder-Strasse 1, D-8524 Neunkirchen/Brand (DE)
Erfinder: Landgraf, Norbert, Dipl.-Ing. (FH), Am
Dachsberg 24, D-8501 Rückersdorf (DE)
Erfinder: Schörner, Heinz, Dipl.-Ing. (FH), Laufer Weg 52,
D-8505 Röhrenbach (DE)
Erfinder: Vollmar, Horst-Eckart, Dr. Dipl.-Ing.,
Schwalbenweg 28, D-8521 Möhrenhof (DE)

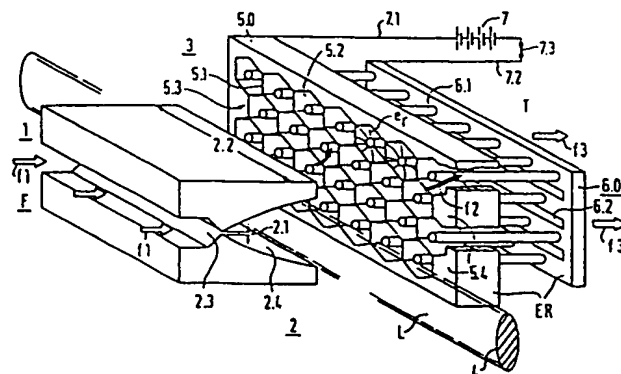
84 Benannte Vertragsstaaten: CH DE FR GB LI

74 Vertreter: Mehl, Ernst, Dipl.-Ing. et al, Postfach 22 01 76,
D-8000 München 22 (DE)

54 Verfahren zur Isotopentrennung, insbesondere Uran-Isotopentrennung, Einrichtung zu einer Durchführung und Verwendung letzterer.

57 Das Verfahren zum Trennen eines aus Isotopenverbindungen, insbesondere $^{235}\text{UF}_6$ und $^{238}\text{UF}_6$, bestehenden gasförmigen Gemisches durch selektive Anregung einer Isotopenverbindung des Gemisches mittels Laserdurchstrahlung arbeitet mit adiabatischer Entspannung des Isotopen-Gemischstromes (f) mittels wenigstens einer Entspannungsdüse und mit Durchstrahlung des abgekühlten Gemischstromes mittels Laserlicht zur Erzeugung einer photoaktivierten chemischen Reaktion oder Photodissoziation der Isotopenverbindung. Der mit dem gewünschten Isotop angereicherte Produktstrom (p) enthält molekulare Verbindungen der allgemeinen Form $(\text{UF}_n)_m$, wobei $n \leq 5$. Er wird durch ein elektrostatisches Elektroden-Rasterfeld (ER) hindurchgeleitet, wobei Feststoffpartikel bzw. Aerosole aufgrund induzierter Dipolbildung zu den Spitzenelektroden (6.1) des Rasterfeldes (ER) bzw. der entsprechenden Teilfelder (e_r) beschleunigt und an den Spitzenelektroden abgeschieden werden. Die Einrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens weist einen plattenförmigen, durchbrochenen Gitterelektroden-Grundkörper (5.0) mit einer Vielzahl von durch Zwischenwände (5.2) begrenzten Gitterzellen auf sowie einen stromab des Gitterelektroden-Grundkörpers (5.0) mit Abstand zu diesem angeordneten plattenförmigen Stiftelektroden-Haltekörper (6.0) mit einer Vielzahl von den Gitterzellen (5.2) nach Anzahl und Anordnung entsprechenden

den Stiftelektroden (6.1), welche mit ihren Achsen die Gitterzellen zentrisch durchdringen. Die Einrichtung kann mit Vorteil auch zur Abscheidung industrieller Feinststäube verwendet werden.



EP 0 180 094 A1

KRAFTWERK UNION AKTIENGESELLSCHAFT

Unser Zeichen

VPA 84 P 6081 E

Verfahren zur Isotopentrennung, insbesondere Uran-
Isotopentrennung, Einrichtung zu seiner Durchführung
und Verwendung letzterer

- Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Trennen eines aus Isotopenverbindungen, insbesondere $^{235}\text{UF}_6$ und $^{238}\text{UF}_6$, bestehenden gasförmigen Gemisches durch selektive Anregung einer Isotopenverbindung des Gemisches mittels Laserdurchstrahlung, gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1. Die Erfindung bezieht sich ferner auf eine Einrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens gemäß Oberbegriff des Anspruchs 2.
- 10 Sowohl ein gattungsgemäßes Verfahren als auch eine gattungsgemäße Einrichtung sind durch die DE-PS 24 47 762 bekannt. Als Reaktionspartner für die UF_6 -Isotopenmischung wird in dem darin dargestellten Beispiel Wasserstoffbromid HBr in einem Mischungsverhältnis der Molekülkonzentrationen $\text{UF}_6 : \text{HBr} = 1 : 10$ verwendet. Der Schlitzdüse und der Laser-Bestrahlungszone ist dabei ein Abschäler nachgeschaltet; die durch den Abschäler hindurchfliegende Mischung aus Reaktionsprodukten und Ausgangsstoffen kann durch fraktionierte
- 15 Destillation getrennt werden. Die angereicherte Reaktionsprodukte, die insbesondere aus angereichertem UF_5 oder UF_4 bestehen, schlagen sich an einer gekühlten Auffangplatte nieder, die quer zur Achse des Strahlungskegels des Produktstromes innerhalb der Vakuumkammer
- 20 angeordnet ist.
- 25

Gattungsgemäß ist auch die bekannte Vorrichtung nach der DE-PS 25 36 940, in welcher sich nähere Ausführungen zur photochemischen und chemischen Reaktion des Abtrennprozesses finden; ferner ist zum gattungsgemäßen Stande der Technik zu nennen die DE-PS 28 05 958 mit einer besonderen Düsenausbildung. Zum Stande der Technik ist weiterhin zu nennen die DE-OS 26 53 795, worin die quantenphysikalischen Vorgänge der Anregung durch Photonen, der Photodissoziation und der Photoionisation im Zusammenhang mit der Uran-Isotopentrennung ausführlich erläutert sind. Der Produktstrom, welcher bevorzugt das Isotop ^{235}U enthält, wird bei den bekannten Vorrichtungen nach DE-PS 24 47 762, DE-PS 25 36 940 und DE-PS 28 05 958 an gekühlten Abscheideflächen durch Kondensation niedergeschlagen; in der DE-OS 26 35 795 finden sich zu diesem Verfahrensschritt keine näheren Ausführungen.

Ausgehend von dem gattungsgemäßen Verfahren zum Trennen eines aus Isotopenverbindungen, insbesondere $^{235}\text{UF}_6$ und $^{238}\text{UF}_6$, bestehenden gasförmigen Gemisches, liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, bei gegebener Pump- und Laser-Leistung die Ausbeute des an den Abscheideflächen niedergeschlagenen $^{235}\text{UF}_n$ (oder allgemein: einer anderen gewünschten Isotopenverbindung) zu vergrößern. Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst. Aufgabe der Erfindung ist es auch, eine zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignete und besonders vorteilhafte Einrichtung zu schaffen, welche - ausgehend von den gattungsgemäßen Merkmalen des Anspruchs 2 - durch die im Kennzeichen des Anspruchs 2 angegebenen Merkmale gekennzeichnet ist. Vorteilhafte Weiterbildungen der Einrichtung nach dem Anspruch 2 sind in den Unteransprüchen 3 bis 8 angegeben.

Die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile sind vor allem darin zu sehen, daß eine Ionisation des Produktstromes und die dazu erforderlichen hohen Laserlichtenergien nicht erforderlich sind; es genügt vielmehr, daß der Produktstrom in Staubform, enthaltend Aerosole bzw. Feststoffpartikel des abzutrennenden Isotops, vorliegt. In einem solchen Produktstrom induziert das sich jeweils zwischen der Spitzenelektrode und der Ringelektrode sich ausbildende starke, inhomogene elektrische Feld in den Partikeln oder Clustern jeweils Dipole, die dann in Richtung des Feldgradienten beschleunigt werden. Der Abtrennmechanismus ist damit physikalisch andersartig als derjenige bei herkömmlichen Elektrofiltern oder derjenige nach dem Ionenplasma-Abtrennverfahren (US-PS 4 107 524). Nach der Erfindung lassen sich sehr gute Abscheideeffekte erzielen; die Aerosolteilchen bzw. Feststoffpartikel scheiden sich an der (bevorzugt stabförmigen) Spitzenelektrode ab und nicht an der Ringelektrode, und dies auch, wenn man Spitzenelektrode und Ringelektrode in der Polarität vertauscht, was ein Beweis dafür ist, daß die Aerosolteilchen ungeladen sind, jedoch aufgrund der Dipolbildung unter Einfluß des inhomogenen elektrischen Feldes zur Spitzenelektrode wandern. Eine geeignete Spannung zwischen den Spitzen- und den Ringelektroden betrug 20 kV; der Spannungswert hängt ab von den Abmessungen, d.h. insbesondere dem Abstand der Spitzen- von ihrer Ringelektrode, derart, daß Spannungsüberschläge nicht auftreten dürfen.

Im folgenden wird anhand der Zeichnung, in welcher ein Ausführungsbeispiel mit zwei Varianten des Elektroden-Rasterfeldes dargestellt sind, das Verfahren nach der Erfindung einschließlich seiner Durchführungseinrichtung noch näher erläutert. Darin zeigt in vereinfachter Dar-

stellung, unter Fortlassung der für das Verständnis nicht erforderlichen Teile:

- 5 Fig. 1 perspektivisch eine schlitzförmige Entspannungsdüse mit nachgeschalteter Bestrahlungszone und Elektroden-Rasterfeld, wobei das Gehäuse und die Pumpen fortgelassen sind;
- 10 Fig. 2 schematisch entsprechend dem Strömungsverlauf nach Fig. 1 den Feed-Strom, den Produktstrom und den Tails-Strom;
- 15 Fig. 3 eine hohlzylindrische Gitterzellenstruktur im Ausschnitt als Abwandlung der hexagonalen Gitterstruktur nach Fig. 1 und
- 20 Fig. 4 einen Gitterelektroden-Grundkörper mit hexagonaler Gitterstruktur so wie in Fig. 1, wobei jedoch der nachgeschaltete Stiftelektroden-Haltekörper ebenfalls eine hexagonale Gitterstruktur aufweist, in dessen Gitterwand-Schnittpunkten die Stiftelektroden befestigt sind.
- 25 Bei der in Fig. 1 dargestellten Einrichtung ist der aus den beiden gasförmigen Isotopenverbindungen $^{235}\text{UF}_6$ und $^{238}\text{UF}_6$ und einem gasförmigen Reaktionspartner, z.B. HBr , bestehende Gemischstrom, auch als Feed-Strom bezeichnet, durch die Strömungspfeile f1 symbolisiert.
- 30 Dieser Gemischstrom strömt von der Zuströmkammer 1, die der schlitzförmigen Entspannungsdüse 2 zur adiabatischen Entspannung des Gemischstromes vorgeschaltet ist, durch die genannte Düse 2 hindurch, deren Düsenpalt eine Weite von z.B. 0,01 mm hat und deren Düsenbreite 2.2 z.B. 50 bis 100 cm betragen kann. Die leistenförmige Düse 2 ist eine Laval-Düse zur adiabatischen Entspannung des Gemischstromes unter Erzeugung einer Überschall-
- 35 Strömung, wobei der konvergente, zum engsten Spalt 2.1 führende Düsenkanalabschnitt mit 2.3 und der divergente vom Spalt 2.1 in Strömungsrichtung sich erweiternde

- 5 - VPA 84 P 6081 E

Düsenkanalabschnitt mit 2.4 bezeichnet ist. In Strömungsrichtung f_1 des gasförmigen Gemisches F gesehen, mündet die schlitzförmige Entspannungsdüse 2 in eine Vakuumkammer 3 mit schlauchförmiger Bestrahlungszone 4, 5
welch letztere achsparallel zu Richtung der Düsen Schlitzbreite 2.2 von wenigstens einem Strahlenbündel L einer (nicht dargestellten) Lasereinrichtung durchsetzt wird. Der Querschnitt der Bestrahlungszone 4 wird mithin durch das Strahlenbündel L definiert, bei dem es sich auch um 10
hin und hergehende, mehrfach gespiegelte Laserstrahlen handeln kann, was zur besseren Ausnutzung des Laserlichtes zweckmäßig ist.

In der Zeichnung sind die tatsächlichen Verhältnisse etwa im Maßstab 1:2 verkleinert dargestellt, woraus 15
man erkennt, daß im Anschluß an die Bestrahlungszone 4 mit geringem Abstand zu dieser innerhalb der Vakuumkammer 3 das Elektroden-Rasterfeld ER angeordnet ist. Dieses besteht aus wenigstens einem plattenförmigen, 20
durchbrochenen Gitterelektroden-Grundkörper 5.0, welcher eine Vielzahl von durch Zwischenwände 5.1 begrenzte und voneinander abgetrennte Gitterzellen 5.2 aufweist. Stromab des Gitterelektroden-Grundkörpers 5.0, im folgenden abgekürzt als Grundkörper bezeichnet, 25
und mit Abstand zu diesem ist ein plattenförmiger Stiftelektroden-Haltekörper 6.0 mit einer Vielzahl von der den Gitterzellen 5.2 nach Anzahl und Anordnung entsprechenden Stiftelektroden 6.1 vorgesehen, die sich von ihrem Haltekörper 6.0 bis in die Gitterzellen 5.2 30
hinein erstrecken. Der Haltekörper 6.0 ist zur Bildung von Gasaustrittsöffnungen für den von UF_n abgereicherten Gemischstrom T, auch als Tails-Strom bezeichnet und durch die Strömungspfeile f_3 symbolisiert, über seine Grundfläche verteilt mit Durchbrechungen 6.2 versehen. 35

Als Material für den Körper der Düse 2, für den Grundkörper 5.0 und den Haltekörper 6.0 einschließlich seiner Stiftelektroden 6.1 kommt ein fluorbeständiges Material, z.B. Reinstaluminium, in Frage. Die Stiftelektroden 6.1 sind in den Haltekörper 6.0 z.B. eingeschraubt oder in zylindrische Bohrungen bzw. Sacklochbohrungen eingepaßt und gegebenenfalls durch einen Sicherheitsschweißpunkt gesichert. Die in Fig. 1 dargestellte hexagonale Gitterstruktur des Grundkörpers 5.0 ergibt eine sehr gute Materialausnutzung; die Stiftelektroden durchdringen die sechseckigen Gitterzellen zentrisch und enden etwa in Höhe der Stirnwand 5.3 des Grundkörpers 5.0. Eine weitergehende Verlängerung darüber hinaus bringt für den gewünschten inhomogenen Feldverlauf und den steilen Feldgradienten zur Dipolerzeugung keinen wesentlichen Gewinn. Die Gitterstruktur nach Fig. 1 ist also bienenwabenartig, wobei ein massiver, rahmenartiger Randbereich 5.4 eines ursprünglichen massiven Grundkörpers dadurch stehen geblieben ist, daß die Zellstruktur, z.B. nach dem EC-Verfahren, herausgearbeitet wurde.

Die Gasaustrittsöffnungen 6.2 im Haltekörper 6.0 sind im Beispiel nach Fig. 1 als parallel zur Richtung der Düsenschlitzbreite 2.2 zwischen den übereinander und mit Abstand zueinander angeordneten Reihen der Stiftelektroden 6.1 verlaufende Längsschlitze ausgeführt. Bei 7 ist eine Hochspannungsquelle mit Plusleiter 7.1 und Minusleiter 7.2 sowie Hochspannungsschalter 7.3 angedeutet, mittels welcher zwischen Grundkörper 5.0 und Haltekörper 6.0 eine Gleichspannung von z.B. 20 kV angelegt werden kann. Die Gitterstruktur des Grundkörpers 5.0 hat einen sehr kleinen Strömungswiderstand, weil die stehenbleibenden Gitterzellenwände sehr dünn gestaltet werden können, z.B. eine Wandstärke von 1 mm

- haben. Diese Wände können zur Zuströmung hin darüber hinaus noch angespitzt sein, um den Strömungswiderstand weiter zu verringern. Der Strömungswiderstand des Haltekörpers 6.0 kann demgemäß gleichfalls dadurch sehr
- 5 klein gemacht werden, daß auch der Haltekörper 6.0 eine Gitterstruktur entsprechend dem Grundkörper 5.0 aufweist, jedoch - wie die vorteilhafte Ausführungsvariante nach Fig. 4 näher zeigt - mit seiner Gitterstruktur um eine halbe Gitterteilung gegenüber dem
- 10 Grundkörper 5.0 versetzt angeordnet ist, wobei die Achsen der Stiftelektroden 6.1 durch die Schnittpunkte der gestrichelt dargestellten Gitterzellenwände 6.3 verlaufen. Man erkennt aus Fig. 4, daß dadurch die Gitterzellengrundflächen des Grundkörpers 5.0 jeweils
- 15 durch die Trennwände 6.3 des nachgeschalteten Haltekörpers 6.0' in drei Rhombenfelder unterteilt werden, durch deren gemeinsame Mitte die Achsen der Stiftelektroden 6.1 in Richtung der Strömung verlaufen.
- 20 Das Ausführungsbeispiel für einen Grundkörper 5.0' nach Fig. 3 weist zylindrische Gitterzellen 5.2' des Grundkörpers 5.0' auf, so daß zwischen den einzelnen Gitterzellen 5.2' Gitterzwickel 5.1' stehen bleiben. Bei einer solchen Gitterausführung wäre es dann sinn-
- 25 gemäß z.B. nach Fig. 4 auch zweckmäßig, den nachgeschalteten Haltekörper mit einer gleichartigen zylindrischen Gitterzellenstruktur auszustatten, jedoch um eine halbe Gitterteilung quer zur Strömung zu versetzen, so daß die Stiftelektroden jeweils in
- 30 dem stärksten Teil der Gitterzwickel befestigt werden können. Im übrigen kann das Zylinderzellengitter nach Fig. 3 auf der Zuströmseite an den Eintrittskanten seiner Gitterzellenwände ebenfalls angeschärft werden, um den Durchströmungswiderstand zu verringern.

Mit der Einrichtung nach Fig. 1 läßt sich nun das erfindungsgemäße Verfahren durchführen, das im folgenden unter Hinzuziehung von Fig. 2 näher erläutert wird. Das aus den gasförmigen Isotopenverbindungen $^{235}\text{UF}_6$ und $^{238}\text{UF}_6$ sowie aus dem Zusatzgas HBr bestehende Gasgemisch F strömt aus der Zuströmkammer 1 gemäß den Strömungspfeilen f1 durch die schlitzförmige Entspannungsdüse 2 (abgekürzt als Düse bezeichnet) hindurch, entspannt sich im Düsenkanalabschnitt 2.4 adiabatisch unter Abkühlung auf eine Temperatur unterhalb 100 K und strömt in diesem stark unterkühlten Zustand durch die einen z.B. ei- oder ellipsen-förmigen Querschnitt aufweisende Bestrahlungszone 4. Im Gasstrom F sind in Fig. 2 die Moleküle von HBr durch ein Kreuz, die Moleküle von $^{238}\text{UF}_6$ durch einen kleinen Kreis und die Moleküle von $^{235}\text{UF}_6$ durch Punkte symbolisiert. Die nicht dargestellte Lasereinrichtung ist derart fein abgestimmt, daß der Laserstrahl L selektiv nur die Moleküle des Isotops $^{235}\text{UF}_6$ anregt. Sie kann insbesondere entweder nur mit einer Laserfrequenz strahlen oder aber mit wenigstens zwei unterschiedlichen Frequenzen, wie es im einzelnen z.B. in der DE-OS 26 53 795 beschrieben ist (Mehrphotonenverfahren). Insbesondere handelt es sich um gepulste Laser, bei welchen eine hinreichend energiereiche Strahlung von 1 Joule bis 10 Joule pro Laserpuls erzeugt werden kann. Der Gemischstrom F kann in Anpassung an die Frequenz der Laserpulse seinerseits dann auch gepulst sein, wie dies in der DE-AS 28 10 791 näher erläutert ist. Durch einen hinreichend energiereichen Laserstrahl werden die $^{235}\text{UF}_6$ -Moleküle derart angeregt, daß sie eine photochemische Reaktion mit dem Reaktionspartner HBr eingehen unter Bildung von Molekülen der allgemeinen Formel $^{235}\text{UF}_n$, wobei

n den Wert ≤ 5 hat. Im Gemischstrom F der Fig. 2 sind die angeregten $^{235}\text{UF}_6$ -Moleküle durch ein Sternchen und die $^{235}\text{UF}_n$ -Moleküle durch x-Zeichen symbolisiert oder durch mehrere x-Zeichen, wenn sie sich zu größeren Molekülverbänden aneinandergelagert haben. Zusätzlich oder anstelle der selektiven Anregung der $^{235}\text{UF}_6$ -Moleküle können Laserfrequenz und -energie auch so bemessen sein, daß eine Photodissoziation auftritt. Die photodissoziierten $^{235}\text{UF}_6$ -Moleküle ergeben ebenfalls Moleküle der allgemeinen Formel $^{235}\text{UF}_x$. Die entstehenden Molekülverbindungen der allgemeinen Formel $^{235}\text{UF}_x$ sind unter den gegebenen Druck- und Temperaturverhältnissen Feststoffe; sie bilden den Produktstrom P in Form von Aerosolen bzw. Feststoffpartikeln und werden mit den übrigen Gemischanteilen des Gemischstromes F durch das elektrostatische Elektroden-Rasterfeld ER hindurchgeleitet, in dessen einzelnen Rasterelementen 5.2, 6.1 zwischen einer Spitzenelektrode 6.1 und einer diese mit Abstand umgebenden Ringelektrode (die identisch ist mit der Gitterzellenwand 5.2) jeweils ein inhomogenes elektrisches Teilfeld e_r mit einem quer zur Strömungshauptrichtung (Pfeile f1, f3) verlaufenden Feldgradienten erzeugt wird. Anhand zweier Gitterzellen ist jeweils ein elektrisches Teilfeld e_r in Fig. 1 angedeutet.

Durch das Elektroden-Rasterfeld ER mit seinen einzelnen Teilfeldern e_r werden nun an den hindurchströmenden Feststoffpartikeln des Produktstromes P, siehe Strömungspfeile f2, Molekül-Dipole induziert, und diese Molekül-Dipole werden in Richtung der von den Spitzenelektroden 6.1 zu den diese umgebenden Ringelektroden gerichteten Feldgradienten beschleunigt sowie an der Oberfläche der Elektroden spitzen 6.1 in Form eines Feststoffniederschlages 8 abgeschieden. Wenn eine ge-

wisse Menge Feststoffniederschlag 8 an den Spitzen-
elektroden 6.1 abgeschieden ist, so kann durch Unt r-
brechung des Prozesses und Abschalten der Hochspannung
(Öffnung des Schalters 7.3) der Haltekörper 6.0 mit
5 seinen Spitzenelektroden über eine nicht dargestellte
Schleuse od.dgl. zu einer Sammelstation transportiert
werden, wo der Feststoffniederschlag von den Elektroden-
spitzen entfernt und gesammelt wird. Es ist auch mög-
lich, zur Aufrechterhaltung eines kontinuierlichen oder
10 quasi-kontinuierlichen Verfahrens den Haltekörper 6.0
und den Grundkörper 5.0 als Teil eines radscheiben-
förmigen Körpers auszubilden, der sektorweise, wenn
ausreichende Beladung mit $^{235}\text{UF}_x$ -Niederschlag in einem
bestimmten Sektor vorliegt, weitergedreht wird, wobei
15 diese Radscheibe sektorförmige Vollquerschnitt-Partien
zwischen den Elektronen-Rasterfeld-Sektoren aufweist,
an denen die Dichtungsleisten anliegen, mit denen die
Radscheibe (nicht dargestellt) gegenüber der Vakuum-
kammer abgedichtet ist. Der sogenannte Tails-Strom
20 (siehe Pfeil f3) enthält die flüchtigen Produkte HF
und HBr ebenso wie das Isotop $^{238}\text{UF}_6$ und kleinere
(nicht abgeschiedene) Mengen des Isotops $^{235}\text{UF}_6$. Die-
ser Strom T wird über nicht dargestellte Pumpeinrich-
tungen abgesaugt.

25.
Das Verfahren und die Einrichtung nach der Erfindung
lassen sich auch auf die Abtrennung der Isotope U 232
und U 236 aus wiederaufgearbeiteten Kernbrennstoffen
anwenden, wobei diese Isotope vorher auffluoriert
30 wurden oder aber in dieser Form vor ihrer Trennung be-
reits vorliegen. Eine weitere Anwendung wäre die Ab-
trennung des Isotops U 232 vom Isotop U 233 bei dem
Thorium-Brüter-Brennstoffkreislauf.

- Gegenstand der Erfindung ist auch die Verwendung der Einrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 8, die vorstehend anhand der Ausführungsbeispiele nach den Figuren 1, 3 und 4 erläutert wurde, zur Abscheidung von Feinststäuben aus industriellen Prozeßgasen, insbesondere Abgasen. Dabei kann z.B. eine Einrichtung nach der Erfindung mit einem Elektroden-Rasterfeld einem Elektrofilter, welches die gröberen Stäube abscheidet, zur Abscheidung der Feinststäube nachgeschaltet werden. Wenn in dem betreffenden industriellen Prozeß lediglich Feinststäube (Aerosole) auftreten, so können eine oder mehrere hintereinander geschaltete Einrichtungen nach der Erfindung verwendet werden.
- Was die Düsenform angeht, so zeigt das Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 eine schlitzförmige Entspannungsdüse; bei geringeren Strömungsmengen und/oder dann, wenn eine adiabatische Entspannung nicht erforderlich ist, könnte auch eine Vielzahl von Lochdüsen Verwendung finden.

9 Patentansprüche
4 Figuren

Patentansprüche

1. Verfahren zum Trennen eines aus Isotopenverbindungen, insbesondere $^{235}\text{UF}_6$ und $^{238}\text{UF}_6$, bestehenden gasförmigen Gemisches durch selektive Anregung einer Isotopenverbindung des Gemisches mittels Laserdurchstrahlung, insbesondere gepulster Laserdurchstrahlung, bestimmter Frequenz zur Erzeugung einer photoaktivierten chemischen Reaktion der einen Isotopenverbindung mit einem Reaktionspartner oder einer Photodissoziation der anzuregenden Isotopenverbindung auf der Basis des Mehrphotonenverfahrens und mit nachfolgender chemischer und/oder physikalischer Abtrennung der angeregten von der nicht angeregten Isotopenverbindung, wobei das gasförmige Gemisch der Isotopenverbindungen über wenigstens eine Entspannungsdüse adiabatisch in eine evakuierte Bestrahlungszone expandiert und dabei auf unter 100 K abgekühlt wird, und wobei infolge der selektiven Anregung der mit dem gewünschten Isotop angereicherte Produktstrom molekulare Verbindungen der allgemeinen Formel UF_n ($n \leq 5$) enthält, die im Produktstrom kondensieren, sich zu Feststoffpartikeln vereinigen und an der Bestrahlungszone nachgeschalteten Abscheideflächen niedergeschlagen werden, d a d u r c h g e k e n n - z e i c h n e t ,
- daß der Produktstrom durch ein elektrostatisches Elektroden-Rasterfeld (ER) hindurchgeleitet wird, in dessen einzelnen Rasterelementen zwischen einer Spitzenelektrode (6.1) und einer diese mit Abstand umgebenden Ringelektrode (5.1) jeweils ein inhomogenes elektrisches Teilfeld (e_r) mit einem quer zur Strömungsrichtung verlaufenden Feldgradienten erzeugt wird,
- daß durch das Elektroden-Rasterfeld (ER) an den hindurchströmenden Feststoffpartikeln Molekül-Dipole induziert und die Molekül-Dipole in Richtung des

Feldgradienten beschleunigt sowie an den Spitzenelektroden (6.1) in Form eines Feststoffniederschlages (8) abgeschieden werden.

- 5 2. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, wobei in Strömungsrichtung (f1) des gasförmigen Gemisches (F) gesehen, die schlitzförmige Entspannungsdüse (2) in eine Vakuumkammer (3) mit Bestrahlungszone (4) mündet, welche Bestrahlungszone
- 10 achsparallel zur Richtung der Düsenschlitzbreite (2.2) von wenigstens einem Strahlenbündel (L) einer Lasereinrichtung durchsetzt wird, d a d u r c h g e - k e n n z e i c h n e t , daß im Anschluß an die Bestrahlungszone (4) innerhalb der Vakuumkammer (3) das
- 15 Elektroden-Rasterfeld (ER) angeordnet ist, bestehend aus
- wenigstens einem plattenförmigen durchbrochenen Gitterelektroden-Grundkörper (5.0) mit einer Vielzahl von durch Zwischenwände begrenzten Gitterzellen
 - 20 (5.2) und
 - einem stromab des Gitterelektroden-Grundkörpers (5.0) mit Abstand zu diesem angeordneten plattenförmigen Stiftelektroden-Haltekörper (6.0) mit einer Vielzahl von der den Gitterzellen (5.2) nach Anzahl und An-
 - 25 ordnung entsprechenden Stiftelektroden (6.1), die sich von ihrem Haltekörper (6.0) bis in die Gitterzellen (5.2) hinein erstrecken,
 - wobei der Haltekörper (6.0) zur Bildung von Gasaustrittsöffnungen für den von UF_n angereicherten Gemischstrom über seine Grundfläche verteilt mit Durchbrechungen (6.2) versehen ist.
 - 30

3. Einrichtung nach Anspruch 2, g e k e n n z e i c h n e t d u r c h eine hexagonale Gitterstruktur für
- 35 den Gitterelektroden-Grundkörper.

4. Einrichtung nach Anspruch 2 oder 3, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß aus einem massiven
plattenförmigen Grundkörper die bienenwabenartige Git-
terstruktur unter Belasen eines massiven, rahmenarti-
gen Randbereiches (5.3) und der Zellwände (5.1) heraus-
gearbeitet ist.

5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Gas-
austrittsöffnungen im Haltekörper (6.0) als parallel
zur Richtung der Düsenschlitzbreite (2.2) zwischen den
Stiftelektroden (6.1) verlaufende Längsschlitze (6.2)
ausgeführt sind.

6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß auch der
Haltekörper (6.0') eine Gitterstruktur entsprechend
dem Gitterelektroden-Grundkörper (5.0) aufweist, je-
doch mit seiner Gitterstruktur um eine halbe Gitter-
teilung gegenüber dem Gitterelektroden-Grundkörper
(5.0) versetzt angeordnet ist, wobei die Stiftelek-
troden-Achsen durch die Schnittpunkte der Gitterzel-
lenwände (6.3) bzw. die Mitten der dazwischen stehen-
bleibenden Gitterzwickel laufen.

7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 2, 3 oder 6,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h zylindrische
Gitterzellen (5.2') des Gitterelektroden-Grundkörpers
(5.0') und gegebenenfalls des Haltekörpers (6.0).

8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die
Stiftelektroden (6.1) mit ihren Achsen jeweils auf die
Mitte der zugehörigen Gitterzellen (5.2, 5.2') ausge-
richtet sind.

0180094

- 15 - VPA 84 P 6081 E

9. Verwendung der Einrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 8 zur Abscheidung von Feinststäuben aus industriellen Prozeßgasen, insbesondere Abgasen.



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

018009/4
Nummer der Anmeldung

EP 85 11 3146

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE | | | |
|---|---|---|--|
| Kategorie | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile | Betrifft Anspruch | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4) |
| A, D | DE-A-2 653 795 (US ENERGY RESEARCH) * Ansprüche 1, 6, 7 * | 1 | B 01 D 59/50 |
| A | GB-A-2 002 568 (US DEPARTMENT OF ENERGY) * Ansprüche 1, 3, 8 * | 1 | |
| A | US-A-2 422 564 (PEGG) * Ansprüche 1, 2 * | 1-3 | |
| A | DE-C- 811 950 (METALL GESELLSCHAFT) * Anspruch * | 1-3 | |
| A | GB-A-2 048 725 (CHEMADEX) ----- | 1, 2, 7 | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4) B 01 D B 03 C |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt. | | | |
| Recherchenort DEN HAAG | | Abschlußdatum des Recherche 19-11-1985 | Prüfer NICOLAS H.J.F. |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am der nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument | | | |